Interligação de redes remotas

Serviços Comutados por pacote – Frame Relay / X.25

Prof. Me. Marcel Santos Silva

Material base elaborado por: Renê Furtado Felix

Introdução

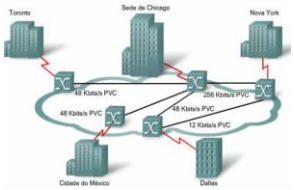
Frame Relay é um protocolo **WAN** de alto desempenho que funciona nas camadas física e de enlace do modelo OSI.

Usar o exemplo da rede de uma grande empresa ajuda a ilustrar os benefícios do uso do Frame Relay.

No exemplo mostrado na figura a seguir, a **Span Engineering** possui cinco campus na América do Norte. Como a maioria das organizações, os requisitos de largura de banda da Span não se ajustam a uma solução padrão.

Projeto Lógico da rede

Requisitos Wan de Frame Relay



Introdução

A rede Frame Relay da Span usa **circuitos virtuais permanentes** (PVCs).

O **PVC** é o **caminho lógico** entre um **link de origem** do Frame Relay, através da rede, e um link Frame Relay de finalização para seu destino definitivo.

Um **PVC** define exclusivamente o caminho entre dois **pontos de extremidade**.

A solução de **Frame Relay** da Span fornece economia e flexibilidade.

Flexibilidade do Frame Relay

Um circuito virtual fornece flexibilidade considerável no design de rede. Olhando para a figura, você pode observar que todos os escritórios da Span conectam-se à nuvem Frame Relay através de seus respectivos loops locais.

O que acontece na nuvem não tem nenhuma importância no momento. O que importa é que quando um escritório da Span deseja se comunicar com outro, basta conectar-se a um **circuito virtual** que conduz ao outro escritório.

No **Frame Relay**, o fim de cada conexão tem um número para identificá-la. Esse número é chamado de Identificador de conexão de enlace de dados (**DLCI**, Data Link Connection Identifier).

WAN do Frame Relay

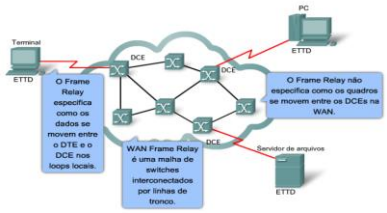
Quando você cria uma WAN, independentemente da tecnologia escolhida, há sempre no mínimo três componentes básicos, ou grupos de componentes, conectando dois locais.

Cada local precisa de seu próprio equipamento (DTE) para acessar o CO da empresa de telefonia que atende à área (DCE).

O terceiro componente fica no meio, unindo os dois pontos de acesso.

Na figura, esta é a parte fornecida pelo backbone do Frame Relay.

WAN do Frame Relay


PC
ETTD
Terminal
ETTD
DCE
DCE
DCE
DCE
O Frame Relay especifica como os dados se movem entre o DTE e o DCE nos loops locais.
O Frame Relay não especifica como os quadros se movem entre os DCEs na WAN.
WAN Frame Relay é uma malha de switches interconectados por linhas de tronco.
Servidor de arquivos
ETTD

WAN do Frame Relay

O **Frame Relay** não fornece correção de erros. Além disso, as instalações **WAN** modernas oferecem serviços de conexão mais confiáveis e um grau mais elevado de confiabilidade do que as instalações mais antigas.

Ao detectar erros, o nó **Frame Relay** simplesmente descarta os pacotes sem notificação.

Qualquer correção de erros necessária, como retransmissão de dados, é deixada para os **pontos de extremidade**.

Isso torna a propagação de **cliente a cliente** pela rede muito rápida.

WAN do Frame Relay

O Frame Relay gerencia volume e velocidade de forma eficiente combinando as funções necessárias das **camadas de rede** e de **enlace** em um **único protocolo simples**.

Como um **protocolo de enlace de dados**, o Frame Relay fornece acesso a uma rede, delimitando e entregando quadros na ordem correta e reconhece erros de transmissão através de uma **Verificação de redundância cíclica** padrão.

Como um **protocolo de rede**, o Frame Relay fornece várias **conexões lógicas sobre um único circuito físico** e permite que a rede roteie dados nessas conexões para os destinos desejados.

Operação do Frame Relay

A conexão entre um dispositivo **DTE** e um dispositivo **DCE** consiste em um componente de **camada física** e um de **camada de enlace**:

O componente **físico** define as especificações mecânica, elétrica, funcional e de procedimento para a conexão entre os dispositivos. Uma das especificações de interface de camada física mais usadas é a especificação **RS-232**.

O componente da **camada de enlace** define o protocolo que estabelece a conexão entre o dispositivo **DTE**, como um roteador, e o dispositivo **DCE**, como um switch.

Operação do Frame Relay

Quando as operadoras usam o **Frame Relay** para interconectar as redes locais, um **roteador** em cada rede local é o DTE.

Uma conexão serial, como uma **linha alugada T1/E1**, conecta o roteador ao switch Frame Relay da operadora no ponto de presença (POP, point-of-presence) mais próximo.

O switch **Frame Relay** é um dispositivo **DCE**. Os switches de rede movem quadros de um **DTE** através da rede e entregam quadros a outros DTEs por meio de DCEs.

Equipamentos de computação que não estejam em uma rede local também podem enviar dados por uma rede Frame Relay. O equipamento de computação usa um dispositivo de acesso Frame Relay (FRAD) como o DTE.

(Circuito Virtual) Frame Relay

A conexão por uma rede **Frame Relay** entre dois DTEs é chamada de circuito virtual (VC).

Os circuitos são virtuais porque **não há** conexão elétrica direta **fim-a-fim**. A **conexão é lógica**, e os dados se movem fim-a-fim, sem um circuito elétrico direto.

Com os VCs, o **Frame Relay** compartilha a largura de banda entre vários usuários. Além disso, os sites podem comunicar-se entre si sem usar várias linhas físicas dedicadas.

(Circuito Virtual) Frame Relay

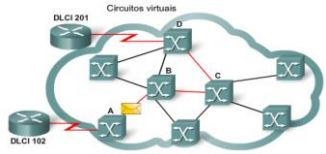
Há duas maneiras de estabelecer VCs:

SVCs, circuitos virtuais comutados, são estabelecidos dinamicamente enviando mensagens de sinalização à rede (CONFIGURAÇÃO DE CHAMADA, TRANSFERÊNCIA DE DADOS, INATIVO, ENCERRAMENTO DE CHAMADA).

PVCs, circuitos virtuais permanentes, são **pré-configurados** pela operadora e, depois de configurados, funcionam somente nos modos TRANSFERÊNCIA DE DADOS e INATIVO. Algumas publicações referem-se aos PVCs como **VCs privados**.

(Circuito Virtual) Frame Relay

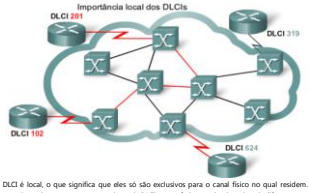
Na figura, há um **VC** entre os nós de envio e de recebimento. O **VC** segue o caminho **A, B, C, e D**.



você deve estar se perguntando: "Como os vários nós e switches são identificados"?

(Circuito Virtual) Frame Relay

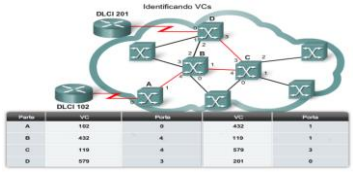
Os **VCs** fornecem um caminho de comunicação bidirecional de um dispositivo ao outro. Os VCs são identificados por **DLCIs**.



A importância dos valores de DLCI é local, o que significa que eles só são exclusivos para o canal físico no qual residem. Portanto, os dispositivos em extremidades opostas de uma conexão podem usar os mesmo valores de DLCI para referir-se a circuitos virtuais diferentes.

(Circuito Virtual) Frame Relay

Essa rede é a mesma que foi apresentada na figura anterior. Porém, desta vez, à medida que o quadro se move pela rede, o Frame Relay rotula cada VC com um DLCI.



Porta	VC	Porta	VC	Porta
A	102	0	432	1
B	432	4	119	1
C	119	4	579	3
D	579	3	201	0

(Vários CV) Frame Relay

O **Frame Relay** é estatisticamente **multiplexado**.

Isso significa que, embora ele transmita apenas um quadro por vez, muitas conexões lógicas podem coexistir em uma única linha física.

O dispositivo de acesso **Frame Relay (FRAD)** ou o roteador conectado à rede Frame Relay pode ter vários VCs que o conecta a vários pontos de extremidade.

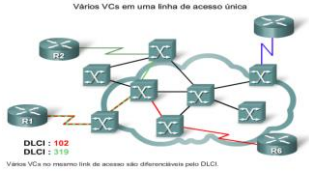
Vários VCs em uma única **linha física** são diferenciados porque cada **VC tem seu próprio DLCI**.

Lembre-se de que a **importância do DLCI** é apenas local e pode ser diferente em cada extremidade de um VC.

A figura mostra um exemplo de dois VCs em uma única linha de acesso, cada um com seu próprio DLCI, conectados a um roteador (R1).

(Vários CV) Frame Relay

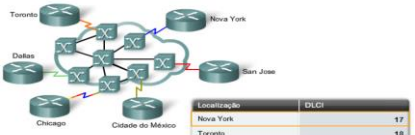
Com essa configuração, cada ponto de extremidade precisa de apenas uma linha de acesso e uma interface. É possível economizar mais, pois a capacidade da linha de acesso é baseada no requisito de **largura de banda média dos VCs**, e não no requisito de largura de banda máxima.


Vários VCs em uma linha de acesso única
R2
R1
R6
DLCI : 102
DLCI : 319
Vários VCs no mesmo link de acesso são diferenciáveis pelo DLCI.

(Vários CV) Frame Relay

A Span Engineering está presente em cinco locais, com sede em Chicago. O escritório de Chicago está conectado à rede usando cinco VCs, e cada VC recebe um DLCI. Para visualizar os mapeamentos de DLCI, respectivos de Chicago.

DLCIs da Span Engineering de Chicago



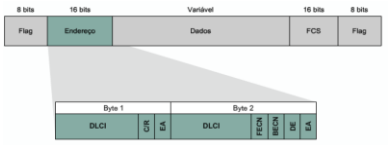
Localização	DLCI
Nova York	17
Toronto	18
Dallas	19
Cidade do México	20
San Jose	21

Encapsulamento do Frame Relay

O Frame Relay recebe pacotes de dados de um protocolo de camada de rede, como IP ou IPX, os encapsula como parte de dados de um quadro Frame Relay e, então, transmite o quadro à camada física para ser enviado pelo cabo. Para entender como esse processo funciona, será útil entender como ele se relaciona com as camadas inferiores do modelo OSI. A figura mostra como o Frame Relay encapsula os dados para o transporte e os move até a camada física para entrega.

Encapsulamento do Frame Relay

Quadro padrão do Frame Relay



A camada física é geralmente EIA/TIA - 232, 449 ou 530, V.35 ou X.21. O quadro Frame Relay é um subconjunto do tipo de quadro HDLC. Portanto, ele é delimitado com campos de sinalização.

Topologias Frame Relay

Uma **topologia** é o **mapa** ou o **layout visual** da rede Frame Relay.

Topologias completas para projeto, implementação, operação e manutenção incluem **mapas de visão geral**, **mapas de conexão lógica**, **mapas funcionais** e **mapas de endereços** que mostram o equipamento em detalhes e os links de canal.

No entanto, cada rede ou segmento de rede pode ser exibido como um dos três seguintes tipos de topologia: **estrela**, **malha completa** (Full mesh) ou **malha parcial** (Partial Mesh).

Topologias Frame Relay

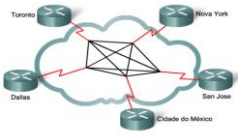
Topologia em estrela (Hub-and-spoke)

Topologia estrela - hub com 5 links físicos (spokes)

Tipos de canais ISDN

Malha completa de Frame Relay

A figura mostra como a Span usou quatro VCs em cada link para dimensionar sua rede sem adicionar novo hardware. As operadoras cobrarão pela largura de banda adicional, mas essa solução geralmente é mais econômica do que o uso de linhas dedicadas.



Topologia de malha - cada DTE tem um link físico que transporta 4 VCs

Mapeamento de endereço Frame Relay

Para que um roteador possa transmitir dados por **Frame Relay**, ele precisa saber qual **DLCI** local mapeia para o endereço da **Camada 3** do destino remoto. Esse mapeamento endereço-para-**DLCI** pode ser realizado por mapeamento **estático** ou **dinâmico**.

```
R1# show frame-relay map
Serial0/0/0 (up): ip 10.1.1.2 dlci 102(0x66,0x1860), static,
              broadcast,
              CISCO, status defined, active
R1#
```

25

Mapeamento de endereço Frame Relay

ARP inverso

O Protocolo de resolução de endereço (**ARP**, Address Resolution Protocol) inverso, também chamado de **ARP inverso**, obtém endereços da Camada 3 de outras estações de endereços da Camada 2, como o **DLCI** em redes **Frame Relay**.

Ele é usado principalmente em redes **Frame Relay** e **ATM**, nas quais os endereços da Camada 2 de VCs são ocasionalmente obtidos da sinalização da **Camada 2**, e os endereços correspondentes da **Camada 3** devem estar disponíveis para que esses VCs possam ser usados.

Enquanto o **ARP** determina os endereços da **Camada 3** para os endereços da **Camada 2**, o **ARP inverso** faz o oposto.

26

Mapeamento de endereço Frame Relay

Mapeamento dinâmico

O mapeamento de endereço dinâmico depende do **ARP inverso** para determinar um próximo salto rede endereço de protocolo para um valor de DLCI local.

O **roteador de Frame Relay** envia solicitações **ARP inverso** em seu **PVC** para descobrir o endereço de protocolo do dispositivo remoto conectado à **rede Frame Relay**.

O roteador usa as respostas para preencher uma tabela de mapeamento de **endereço-para-DLCI** no roteador de **Frame Relay ou no servidor de acesso**.

O roteador cria e mantém essa tabela de mapeamento, que contém todas as solicitações **ARP inverso** determinadas, incluindo entradas de mapeamento dinâmicas e estáticas.

27

Mapeamento de endereço Frame Relay

Mapeamento de endereço do Frame Relay estático

O usuário pode optar por sobrescrever o mapeamento de **ARP inverso dinâmico** fornecendo um mapeamento estático manual para o endereço de protocolo de próximo salto a um **DLCI** local.

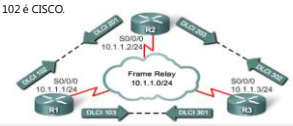
Um exemplo do uso do mapeamento de endereço estático é uma situação na qual o roteador que está do outro lado da rede Frame Relay não suporta **ARP inverso** dinâmico para um protocolo de rede específico.

Para fornecer acessibilidade, é necessário um mapeamento estático para completar o endereço remoto da camada de rede para a resolução de **DLCI local**.

28

Mapeamento de endereço Frame Relay

A figura mostra um exemplo de mapeamento estático em um roteador Cisco. Nesse exemplo, o mapeamento de endereço estático é executado na interface serial 0/0/0 e o encapsulamento Frame Relay usado no DLCI 102 é CISCO.




```
R1(config)# interface s0/0/0
R1(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)# encapsulation frame-relay
R1(config-if)# no frame-relay inverse-arp
R1(config-if)# frame-relay map ip 10.1.1.2 102 broadcast cisco
R1(config-if)# no shut
```

29

Mapeamento de endereço Frame Relay

Interface de gerenciamento local (LMI)

Basicamente, a **LMI** é um mecanismo de keepalive que fornece informações de status sobre conexões **Frame Relay** entre o **roteador (DTE)** e o **switch Frame Relay (DCE).**

A cada 10 segundos, aproximadamente, o dispositivo final sonda a rede, solicitando uma resposta de sequência dumb ou informações de status do canal.

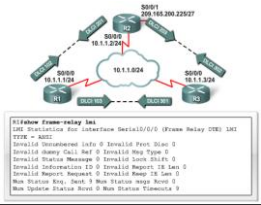
Se a rede não responder com as informações solicitadas, o dispositivo do usuário poderá considerar que a conexão está inativa.

Quando a rede responder com **FULL STATUS**, ela incluirá informações de status sobre **DLCIs** alocados para essa linha. O dispositivo final pode usar essas informações para determinar se as conexões lógicas podem transmitir dados.

30

Mapeamento de endereço Frame Relay

A figura mostra a saída do comando **show frame-relay LMI**. A saída do comando mostra **o tipo de LMI** usado pela **interface Frame Relay** e os contadores da sequência de trocas de status de **LMI**, incluindo erros como **timeouts de LMI**.



Mapeamento de endereço Frame Relay

É fácil confundir a **LMI** e o **encapsulamento**. **LMI** é uma definição das mensagens usadas entre o **DTE** (R1) e o **DCE** (o **switch Frame Relay** de propriedade da operadora).

O encapsulamento define os cabeçalhos usados por um **DTE** para comunicar informações ao **DTE** na outra extremidade de um **VC**.

O **switch e seu roteador** conectado se importam em usar a mesma **LMI**. O switch não se importa com o encapsulamento.

Os roteadores ponto de extremidade (DTEs) se importam com o encapsulamento.

Frame Relay (Extensões de LMI)

Extensões opcionais de **LMI** que são extremamente úteis em um ambiente de rede:

Mensagens de status de VC - Fornece informações sobre a integridade do PVC comunicando e sincronizando entre dispositivos, informando periodicamente a existência de novos PVCs e a exclusão de PVCs já existentes.

Multicast - Permite que um remetente transmita um único quadro que é entregue a vários receptores.

Endereçamento global - Confere aos identificadores de conexão importância global, e não local, permitindo que eles sejam usados para identificar uma interface específica para a rede Frame Relay.

Controle de fluxo simples - Fornece um mecanismo de controle de fluxo **XON/XOFF** que se aplica à interface Frame Relay inteira. Ele se destina aos dispositivos cujas camadas superiores não podem usar os bits de notificação de congestionamento e precisam de um pouco de controle de fluxo.

Frame Relay (Extensões de LMI)

O campo de **DLCI** de 10 bits suporta identificadores de VC de 1.024: **0 por 1023**. As extensões de **LMI** reservam alguns desses identificadores, o que reduz o número de **VCs permitidos**. As mensagens **LMI** são trocadas entre o **DTE e o DCE usando esses DLCIs reservados**.

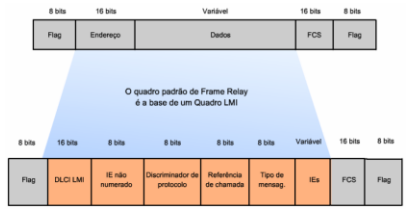
Identificadores de VC	Tipos de VC
0	LMI (ANSI, ITU)
1...15	Reservado para uso futuro
992...1007	CLLM
1008...1018	Reservado para uso futuro (ANSI, ITU)
1019...1022	Multicast (Cisco)
1023	LMI (Cisco)

Há vários tipos de LMI, e elas são incompatíveis entre si. O tipo de LMI configurado no roteador deve corresponder ao tipo usado pela operadora. Três tipos de LMIs são suportados pelos roteadores Cisco:

Cisco - Extensão de LMI original Ansi - Correspondente ao padrão ANSI T1.617 Annex D q933a - Correspondente ao padrão ITU Q933 Annex A

Frame Relay (Extensões de LMI)

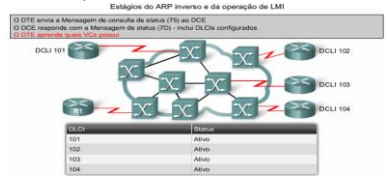
Formato do quadro LMI



Frame Relay (Extensões de LMI)

Usando **LMI** e **ARP** inverso para mapear endereços

As mensagens de status **LMI**, combinadas com as mensagens de **ARP inverso**, permitem que um roteador associe endereços da **camada de rede e da camada de enlace.**



Frame Relay (Extensões de LMI)

Usando **LMI** e **ARP** inverso para mapear endereços.

Nesse exemplo, quando **R1** conecta-se à rede **Frame Relay**, ele envia uma mensagem de consulta de status LMI à rede.

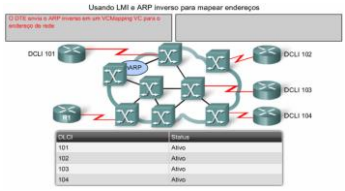
A rede responde com uma mensagem de status **LMI** que contém detalhes de todos os VCs configurados no link de acesso.

Periodicamente, o roteador repete a consulta de status, mas as respostas subsequentes incluem somente as **alterações de status.**

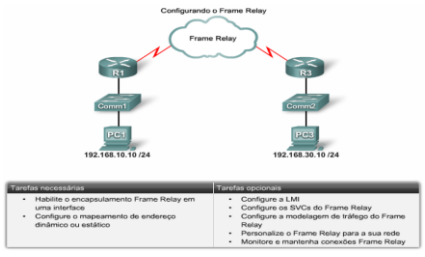
Depois de um número definido dessas respostas abreviadas, a rede envia uma mensagem de status completa.

Frame Relay (Extensões de LMI)

Se o roteador precisar mapear os VCs para endereços da camada de rede, ele enviará uma mensagem de **ARP inverso** em cada VC.



Configurando Frame Relay Básico



Configurando Frame Relay Básico

Habilitar o encapsulamento **Frame Relay.**

O **Frame Relay** foi configurado nas interfaces seriais. Isso envolve a atribuição de um **endereço IP**, a definição do **tipo de encapsulamento** e a alocação de **largura de banda**.

Configurando Frame Relay Básico

Definindo o endereço IP na interface.

Em um roteador, o **Frame Relay** é geralmente suportado em interfaces seriais síncronas. Use o comando **ip address** para definir o endereço **IP da interface**. Você pode observar que R1 recebeu o endereço **IP 10.1.1.1/24** e R2 o endereço **IP 10.1.1.2/24.**

Configurando o encapsulamento.

O comando de configuração de interface **encapsulation frame-relay** habilita o encapsulamento Frame Relay e permite o processamento do Frame Relay na interface suportada.

Configurando Frame Relay Básico

Definindo a largura de banda.

Use o comando **bandwidth** para definir a largura de banda da interface serial. Especifique a largura de banda em **kb/s**. Esse comando notifica o protocolo de roteamento que a largura de banda é configurada estaticamente no link. Os protocolos de roteamento **EIGRP** e **OSPF** usam o valor de largura de banda para calcular e determinar a métrica do link.

Definindo o tipo de **LMI** (opcional).

Essa etapa é opcional, pois os roteadores Cisco detectam automaticamente o tipo de LMI.

Configurando Frame Relay Básico

Opções de encapsulamento.

Lembre-se de que o tipo de encapsulamento padrão em uma interface serial em um roteador Cisco é a versão do HDLC de propriedade da Cisco. Para alterar o encapsulamento de HDLC para Frame Relay, use o comando encapsulation frame-relay [cisco | ietf]. O comando noencapsulation frame-relay remove o encapsulamento Frame Relay da interface e a retorna ao encapsulamento HDLC padrão.

O tipo de encapsulamento IETF segue os padrões RFC 1490 e RFC 2427. Use essa opção ao conectar-se a um roteador que não seja Cisco.

Configurando Frame Relay Básico

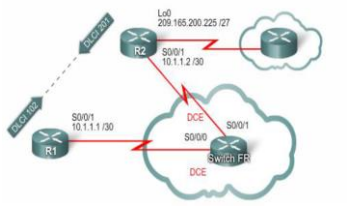
Verificando a configuração

```
R1#show interfaces serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is GT96K Serial
  Internet address is 10.1.1.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit, DLY 20000 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation FRAME-RELAY, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
```

```
R2#show interfaces serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is GT96K Serial
  Internet address is 10.1.1.2/24
  MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit, DLY 20000 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation FRAME-RELAY, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
```


Configurando Frame Relay Estático

Verificando a configuração



Configurando Frame Relay Estático

O mapeamento estático é configurado manualmente em um roteador. O estabelecimento do mapeamento estático depende das suas necessidades de rede. Para mapear entre um endereço de protocolo de próximo salto e um endereço de destino de DLCI, utilize o comando frame-relay map protocol **protocol-address dlci [broadcast].**

```
interface s0/0/1
ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
encapsulation frame-relay
bandwidth 64
frame-relay map ip 10.1.1.2 102 broadcast
```


Configurando Frame Relay Estático

A palavra-chave broadcast permite broadcasts e multicasts no PVC e, em vigor, transforma o broadcast em unicast para que o outro nó obtenha as atualizações de roteamento.

A figura mostra como usar as palavras-chave ao configurar mapas de endereço estático.

Parâmetros de comando	Descrição
protocolo	Define o protocolo suportado, o bridging ou o controle de enlace lógico: appletalk, decnet, dlsw, ip, ipx, llc2, rsrb, vines e xns.
protocol-address	Define o endereço da camada de rede da interface do roteador de destino.
dlci	Define o DLCI local usado para conectar-se ao endereço de protocolo remoto.
broadcast	(Opcional) Permite broadcasts e multicasts no VC. Isso permite o uso de protocolos de roteamento no VC.

Configurando Frame Relay Estático

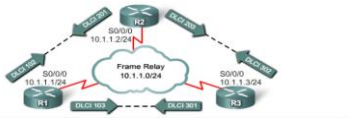
Para verificar o mapeamento Frame Relay, use o comando show frame-relay map

```
R1#show frame-relay map
Serial0/0/1 (up): ip 10.1.1.2 dlci 102(0x66,0x1860), static,
  broadcast,
  CISCO, status defined, active
```

```
R2#show frame-relay map
Serial0/0/1 (up): ip 10.1.1.1 dlci 201(0xC9,0x3090), static,
  broadcast,
  CISCO, status defined, active
```

ATIVIDADE 04

Implementar, utilizando o Packet Tracer, o exemplo de mapeamento estático em um roteador Cisco. Nesse exemplo, o mapeamento de endereço estático deve ser executado na interface serial 0/0/0 e o encapsulamento Frame Relay usado no DLCI 102.



Entrega: 12/05/15
Enviar por e-mail: **marcel.silva9@fatec.sp.gov.br**